

PENYISIHAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DENGAN PROSES FITOREMIDIASI

Any Bayu Ajeng dan Putu Wesen

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim

ABSTRAK

Penelitian untuk menghilangkan polutan (Pb) dengan proses fitoremediasi menggunakan tanaman bambu air (*Equisetum Hymale*) dilakukan dalam penelitian skala laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi penurunan kadar timbal (Pb) yang terkandung dalam limbah buatan setelah melalui proses. Pengaruh dan potensi tanaman telah dipelajari melalui pengamatan laboratorium dengan limbah buatan dengan proses fitoremediasi. Percobaan dilakukan dengan menggunakan reaktor fitoremediasi, ukuran: panjang 65 cm x 40 cm x lebar tinggi 27 cm. Variabel utama: debit di kisaran 100 ml / menit sampai 300 ml / menit dan umur bambu air di kisaran 30 hari sampai 60 hari dengan kepadatan 15 tanaman bambu air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan tanaman bambu air (*Equisetum Hymale*) dengan sistem fitoremediasi dapat menyisihkan kandungan timbal (Pb) dari 76% yang terjadi pada debit 200 ml / menit tanaman bambu air usia 30 hari. Kata Kunci : Limbah buatan, Bambu air, fitoremediasi

ABSTRACT

*Research lead (Pb) to the pollutant removal by fitoremediation process used water bamboo plants (*Equisetum Hymale*) has been carried out in a laboratory scale. This study aims to determine the level of efficiency decreased levels of lead (Pb) contained in the effluent artificially after going through the fitoremediation process. Influence and potential of plants have been studied through laboratory observations with artificial waste with fitoremediation process. Experiments carried out using reactor of fitoremediation, size : length 65 cm x width 40 cm x high 27 cm. The main variables : discharge in the range of 100 ml/minute to 300 ml/minute and the age of the bamboo water in the range of 30 days to 60 days with a density of 15 water bamboo plants. Experimental results show that by using a water bamboo plant (*Equisetum Hymale*) in fitoremediation system, can set aside a lead (Pb) content of 76 % which occurred in debit of 200 ml/minute of water bamboo plants age of 30 days old.*

Keywords: Artificial waste, Water bamboo plants, fitoremediation

PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang sangat cepat menyebabkan peningkatan limbah industri, mengakibatkan limbah yang dibuang ke lingkungan semakin berat. Padahal kemampuan alam untuk menerima beban limbah terbatas sehingga dapat dipastikan bahwa *self purification* saat ini telah terlampaui (Hidayatulloh dkk.,2002).

Banyaknya industri yang menggunakan bahan yang mengandung timbal (Pb) dapat berasal dari limbah pengguna batu bara dan minyak, limbah pabrik peleburan besi dan baja, pabrik produksi semen dan limbah dari penggunaan logam yang bersangkutan untuk hasil produksinya seperti pabrik baterai ,tekstil, pestisida, gelas, keramik dan lain-lain dapat membawa polusi timbal (Pb) pada air limbah.

Timbal (Pb) termasuk dalam kelompok logam yang beracun, berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup. Dan bila toksisitas Pb dikonsumsi pada anak-anak dalam masa kecil dan berlangsung terus - menerus menyebabkan neorotoksik (keracunan pada saraf) dan kelainan tingkah laku. Toksisitas pada Pb terjadi apabila dalam darah ditemukan kandungan Pb $\geq 0,08$ g % atau dalam

urin $\geq 0,15$ mg/l (Darmono,2001).

Ada beberapa cara untuk menurunkan kandungan ion-ion timbal (Pb) dari larutan yaitu melalui proses pengendapan dan pertukaran ion, evaporasi, elektrodialisis serta penyerapan dengan karbon aktif, akan tetapi pada cara tersebut relatif mahal dan menimbulkan masalah baru. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian menggunakan tanaman bambu air

sebagai adsorben untuk menyerap timbal (Pb) dalam air limbah artifisial, dikarenakan tanaman bambu air memiliki kemampuan menyerap kandungan timbal dalam limbah sehingga penelitian ini dapat juga meningkatkan manfaat tanaman bambu air selain sebagai tanaman hias, obat – obatan serta ramah terhadap lingkungan.

Tumbuhan bambu air memiliki toleransi yang tinggi terhadap timbal (Pb). Tanaman bambu air mampu menyisihkan Pb sebesar 30-70% pada pengolahan air limbah dari peternakan babi.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, tanaman bambu air yang dimanfaatkan berupa tumbuhan hidup, dimana tanaman ini sering digunakan sebagai tanaman hias untuk digunakan sebagai adsorben pada penurunan kandungan Pb dalam air limbah. Bagian akar dari tanaman bambu air mengandung selulosa. Selulosa merupakan salah satu bahan adsorben yang digunakan untuk adsorpsi fase cair dengan tipe distribusi mikropori (Benefield *et al*, 1982). Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian yang mendetail terhadap tanaman bambu air

Perumusan Masalah

Permasalahan yang ingin diteliti adalah sejauh mana keefektifan tanaman bambu air sebagai adsorben untuk menyerap Pb.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah :

- Untuk mengetahui kemampuan tanaman bambu air dalam menyisihkan timbal (Pb).
- Untuk menentukan jumlah adsorben (bambu air) yang paling efektif pada proses penurunan timbal (Pb).

Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan nilai ekonomi dari tanaman bambu air.
2. Untuk memberikan masukan dan informasi mengenai tanaman bambu air, bahwa tanaman bambu air dapat dimanfaatkan sebagai absorben dalam menurunkan kandungan timbal (Pb) dalam larutan.

Ruang Lingkup

Untuk membatasi agar dalam pemecahan masalah nantinya tidak menyimpang dari ruang lingkup yang telah ditentukan, maka diperlukan penjelasan mengenai batasan - batasan ruang lingkup, yaitu :

- Limbah yang digunakan adalah limbah artifisial
- Media yang digunakan adalah tanaman bambu air
- Penelitian dilakukan di desa Krembangan Taman Sidoarjo.

Pengertian Timbal (Pb)

Timbal atau dikenal sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami. Apabila timbal terhirup atau tertelan oleh manusia dan di dalam tubuh, ia akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi.

Manusia menyerap timbal melalui udara, debu, air dan makanan. Salah satu penyebab kehadiran timbal adalah pencemaran udara. Yaitu akibat kegiatan transportasi darat yang menghasilkan bahan pencemar seperti gas CO₂, NO_x, hidrokarbon, SO₂, dan tetraethyl lead, yang merupakan bahan logam timah hitam (timbal) yang ditambahkan ke dalam bahan bakar berkualitas rendah untuk menurunkan nilai oktan.

Kandungan timbal dalam air sebesar 0,5 mg/l dianggap sebagai konsentrasi yang aman untuk dikonsumsi. Dalam makanan, timbal berasal dari kontaminasi kaleng makanan dan minuman dan solder yang bertimbal. Kandungan timbal yang tinggi ditemukan dalam sayuran terutama sayuran hijau.

PROSES FITOREMEDIASI

Fitoremediasi merupakan salah satu teknologi yang muncul berdasarkan gabungan kegiatan tanaman dan asosiasinya dengan komunitas mikroorganisme untuk menurunkan, memindahkan, mengaktifkan atau mengurangi bahan beracun di dalam tanah (Truu et al., 2003 dalam Anonim 2004). Sejalan dengan itu, menurut (Chappel 1997 dalam Anonim 2004), fitoremediasi adalah menggunakan secara langsung tanaman hidup untuk mendegradasi dan meremediasi tanah, lumpur, sedimen dan perairan yang tercemar secara insitu. Remediasi menggunakan tanaman pada tanah terkontaminasi merupakan suatu proses yang disebut degradasi di rhizosfer, yang meningkatkan aktivitas mikroba dalam tanah terutama pada akar tanaman untuk memecah hidrokarbon (Tischer dan Hubner, 2002 dalam Anonim 2004). Fitoremediasi dapat digunakan untuk membersihkan logam, pestisida, pelarut minyak mentah, PAH, dan limbah cair yang dihasilkan oleh sebuah tempat penampungan sampah. Berdasarkan etimologinya, fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani/greek, phyton yang berarti tumbuhan/ tanaman (plant) dan remediation berasal dari kata latin remediare (to remedy) yaitu berarti memperbaiki, atau menyembuhkan atau membersihkan sesuatu.

Tanaman Bambu Air (*Equisetum hyemale*)

Tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*) termasuk anggota genus *Equisetum*, familia *Equisetaceae* dari ordo *Equisetales* yang merupakan satu-satunya anggota kelas *Equisetinae* atau *Equisetopsida* dari subfilum *Sphenopsida* yang masih dapat ditemukan dalam keadaan hidup saat ini. Ordo lainnya seperti *Sphenophyllales* dan *Calamitales* telah punah sehingga hanya dapat dilihat dari fosil yang terbentuk. Genus *Equisetum* memiliki anggota kurang lebih 25 spesies.

Kata *Equisetum* berasal dari kata *equus* yang berarti kuda dan *saeta* yang berarti rambut tebal dalam bahasa Latin. Sehingga tumbuhan yang termasuk genus ini disebut juga paku ekor kuda. Spesies dari genus ini umumnya tumbuh di lingkungan yang basah seperti kolam dangkal, daerah pinggiran sungai, atau daerah rawa. Tumbuhan ini rata-rata berukuran kecil dengan tinggi sekitar 25 – 100 cm dan diameter batang tidak pernah lebih dari 3 cm, meskipun beberapa anggotanya yang hidup di Amerika yang beriklim tropis ada yang bisa tumbuh mencapai 6 hingga 8 m (contohnya adalah *Equisetum giganteum* dan *Equisetum myriochaetum*). Anggota dari genus ini dapat dijumpai di seluruh dunia kecuali Antartika.

Karena kandungan silikatnya yang cukup tinggi pada bagian batangnya, tumbuhan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat. Akhir-akhir ini, *Equisetum hyemale* sangat populer digunakan sebagai tanaman hias dan beberapa spesies dari *Equisetum* juga dapat digunakan

sebagai bahan obat-obatan. Selain itu *Equisetum* yang masih berumur muda sangat efektif bila dijadikan sebagai objek pengikat logam, hal ini ditandai dengan efektifnya kinerja silikat dalam mengikat kandungan limbah, namun sebaliknya untuk *Equisetum* yang berumur agak tua akan memiliki kekurangan yaitu produksi silikat akan berkurang sehingga berpengaruh dalam upaya mengikat kandungan limbah (Rinandar Muslimin, 2012)

Bahan Yang Digunakan

Bahan-bahan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Larutan Pb (artifisial)
2. Tanaman bambu air.
3. Tanah lumpur

Peralatan Penelitian

1. Bak penampung larutan Pb
2. Kran pengatur debit
3. Reaktor Fitoremediasi
4. Bak penampung hasil pengolahan

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas
 - 1) Debit aliran
 - a. $Q = 100$ ml/menit
 - b. $Q = 150$ ml/menit
 - c. $Q = 200$ ml/menit
 - d. $Q = 250$ ml/menit
 - e. $Q = 300$ ml/menit
2. Umur Tanaman
 - a. 30 hari
 - b. 45 hari
 - c. 60 hari
- .. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah :
 - 1) Media tanaman (tanah lumpur)
 - 2) Jenis tanaman : tanaman bambu air
 - 3) ukuran bak penampung larutan Pb

Diameter	: 50 cm
Tinggi	: 30 cm

4) ukuran bak penampung tanaman bambu air

Panjang : 65 cm

Lebar : 40 cm

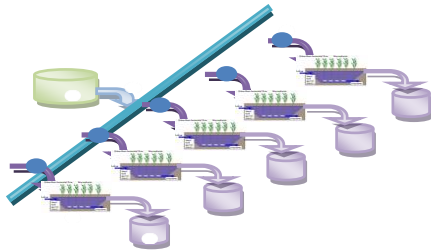
Tinggi : 27 cm

Respon yang diamati :

Dalam penelitian ini respon yang diamati adalah efisiensi tanaman bambu air dalam menurunkan konsentrasi timbal yang terkandung di dalam limbah artifisial.

Rangkaian Alat Penelitian

Rangkaian alat proses pengolahan limbah artifisial digambarkan sebagai berikut :



Keterangan gambar alat :

1. Bak Penampung Larutan Pb
2. Reaktor Fitoremediasi
3. Bak penampung limbah hasil pengolahan

Prosedur Penelitian

Pembuatan larutan Pb

Pembuatan larutan Pb dalam penelitian ini yaitu 0,04 gram serbuk Lead II oxide dilarutkan dalam 1 liter larutan Aquades. Dan untuk larutan yang disiapkan sebanyak 30 liter untuk pengisian pertama sehingga serbuk Lead II oxide yang dibutuhkan sebanyak 1,2 gram. Dan hasil uji menunjukkan konsentrasi timbal (Pb) sebesar 0,559 mg/l.

Pelaksanaan Penelitian

1. Larutan Pb dari bak penampung dialirkan menuju bak pengolahan yang

berisi tanaman bambu air dengan variabel yang sudah ditentukan

2. Dari bak pengolahan dialirkan ke bak penampung hasil pengolahan.

3. Lakukan analisa terhadap hasil olahan tersebut

4. Ulangi percobaan no 1 sampai dengan 3 untuk variabel yang berbeda.

Parameter Yang Dikontrol

Selama operasi pengolahan air limbah berjalan, perlu dilakukan pengaturan dan pemeliharaan terhadap beberapa parameter untuk mendapatkan kondisi operasional yang diinginkan. Adapun parameter - parameter tersebut adalah Debit dan umur tanaman

Parameter Yang Dianalisa

Dalam penelitian ini parameter yang akan dianalisa adalah kandungan timbal sebelum dan sesudah proses fitoremediasi.

Penelitian Utama

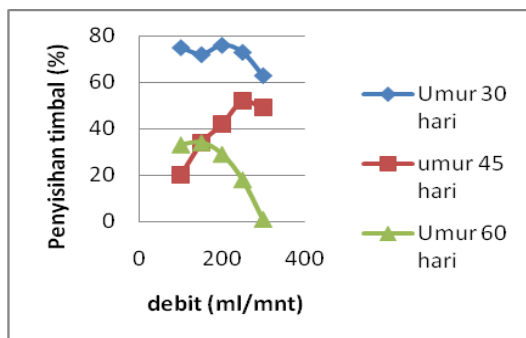
Penelitian utama ini dimaksudkan untuk menentukan umur tanaman bambu air yang paling baik dan laju alir larutan dalam penelitian tanaman bambu air. Dimana tanaman bambu air yang digunakan yaitu tanaman bambu air yang sudah berumur 30 hari, 45 hari, 60 hari dengan kerapatan atau jarak antar tanaman yaitu 10 cm tiap tanaman dan jumlah tanaman yang digunakan sebanyak 15 tanaman bambu air. Hal ini didasari pada penelitian pendahuluan dimana proses fitoremediasi dengan tanaman bambu air diperoleh hasil terbaik terjadi pada tanaman bambu air yang berjumlah 15 tanaman bambu air.

Pada penelitian utama ini dilakukan beberapa proses fitoremediasi dengan variasi debit dan umur tanaman sehingga diharapkan pada penelitian

utama ini diperoleh hasil yang maksimal tentang proses fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman bambu air dalam menyerap kandungan yang berada di dalam larutan timbal (Pb). Dengan variasi debit (Q) pada kisaran 100 ml/mnt sampai 300 ml/mnt dan variasi umur tanaman antara 30 hari, 45 hari, dan 60 hari pada larutan artifisial.

Selain silikat yang berfungsi untuk mengikat kandungan timbal (Pb) pada larutan artifisial, ada juga bagian terpenting dalam tanaman bambu air yang dapat mempengaruhi proses Fitoremediasi yaitu serat Sklerenkin yaitu bagian dari tanaman bambu air yang berfungsi memproduksi cairan silikat. Untuk itu akan lebih baik apabila pada proses Fitoremediasi dengan tanaman bambu air digunakan tanaman bambu air yang masih muda karena tanaman bambu air yang masih muda memiliki struktur Sklerenkin yang masih utuh sehingga sangat berpengaruh dalam proses produksi silikat yang terjadi di bagian batang tanaman bambu air.

Grafik 1 di bawah ini merupakan grafik pengaruh debit (Q) dan umur tanaman dalam poses penyisihan timbal yang terkandung di dalam larutan artifisial.



Gambar 1 Grafik Pengaruh Debit (Q) dan umur tanaman terhadap penyisihan Timbal (Pb)

Pada grafik ini dapat diketahui bahwa penyisihan terbaik terjadi pada debit 200 ml/mnt dengan efisiensi sebesar 76 %, hal ini disebabkan karena pada debit 200 ml/mnt waktu tinggal pada proses Fitoremediasi selama 10 jam sehingga kemampuan batang bambu air memproses kandungan Timbal bekerja dengan efektif. Selain itu juga berdasarkan tipe larutan yang diolah yaitu larutan timbal (Pb) tanaman bambu air termasuk jenis tanaman Phytoextraction yaitu Tanaman yang menyerap kontaminan melalui akar dan memindahkan kedalam batang dan daun. dimana di dalam batang dan daun akan diproses menjadi H_2O atau juga dimanfaatkan untuk proses Fotosintesis yaitu Proses memasak makanan yang dilakukan oleh tanaman.

Sesuai dengan Rinandar Muslim (2012), bahwa tanaman bambu air akan menyerap kandunagn limbah melalui akar dan akar mengikat kandungan limbah di bagian batang dengan menggunakan cairan silikat yang dihasilkan oleh serat – serat Skelrenkim untuk mengikat kandungan timbal yang terkandung di dalam larutan artifisial.

Sedangkan untuk hasil terendah berdasarkan grafik di atas terjadi pada debit (Q) 300 ml/mnt dengan umur tanaman 60 hari dan efisiensi penyisihan yang diperoleh sebesar 1 %, hal ini disebabkan kemampuan silikat untuk mengikat kandungan timbal dalam larutan artifisial kurang maksimal karena serat – serat Sklerenkin tidak memproduksi cairan silikat dengan sempurna apabila tanaman bambu air tersebut sudah memasuki umur tua, sedangkan tanaman bambu air pada debit 250 ml/mnt tersebut merupakan tanaman bambu air yang berumur 60

hari dimana tanaman bambu air yang berumur 60 hari sudah termasuk tua.

Sementara itu, tanaman bambu air yang sudah berumur tua ditandai dengan kondisi fisik yang mengalami perubahan seperti kondisi batang agak layu, buku batang berubah warna dari warna hijau muda berubah menjadi warna agak kekuningan. Perubahan ciri fisik tersebut terlihat pada tanaman bambu air yang berumur 60 hari. Selain itu tanaman bambu air akan mengalami kondisi kekeringan dan akhirnya akan mati.

Akan tetapi pada debit 100 ml/mnt dan 150 ml/mnt hasil yang diperoleh belum maksimal dikarenakan tanaman bambu air masih dalam proses adaptasi atau penyesuaian dalam menyisihkan kandungan timbal (Pb) yang terkandung di dalam larutan artifisial, selain itu pada debit 250 ml/mnt dan 300 ml/mnt hasil penyisihan kandungan timbal yang diperoleh di bawah debit 200 ml/mnt disebabkan karena waktu tinggal pada debit 250 ml/mnt dan 300 ml/mnt relatif lebih cepat dibandingkan dengan debit 200 ml/mnt sehingga proses fitoremediasi relatif lebih singkat sehingga hasil yang diperoleh kurang efektif.

Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa :

1. Jumlah bambu air sebanyak 15 tanaman merupakan jumlah bambu air yang paling proporsional dalam proses Fitoremediasi dengan waktu tinggal selama 10 jam dan laju alir 200 ml/mnt
2. Tanaman bambu air dapat menyisihkan kandungan Timbal (Pb) sebesar 76 % pada saat berumur 30 hari dan pada laju alir 200 ml/mnt

Saran

- Perlu dilakukan penelitian terhadap variasi variabel lainnya misalkan umur tanaman di bawah 30 hari sehingga diharapkan hasil yang diperoleh lebih baik lagi sehingga dapat diterapkan di lapangan dengan skala yang sesungguhnya.
- Objek yang diolah bukan lagi larutan timbal (Pb) buatan, akan tetapi diganti dengan limbah industri sehingga dapat diketahui sejauh mana kemampuan bambu air menyisihkan limbah industri.
- Digunakannya tanaman hias lainnya seperti bambu kuning dalam proses Fitoremediasi

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, 1997. "faktor yang mempengaruhi fitoremediasi" Jakarta, hal. 77 – 78.
- Bossert. dan Barth, 1984, cuaca sebagai faktor yang mempengaruhi fitoremediasi, Semarang, hal. 123-125.
- Gardiner, 2004, " Proses Fitoremediasi dalam menurunkan logam berat", Jakarta.
- Hidayatullah. dkk.,2002, "limbah logam berat" juni 2002, ITS, Surabaya.
- Muslimin, Rinandar. *Pengaruh kandungan Timbal (Pb) pada kehidupan sehari – hari* Program Studi Teknik Lingkungan .ITS Surabaya
- Surya, D.R.S, 2012. *Kemampuan tanamab pisang hias dalam mengolah limbah domestic* Program Studi Teknik Lingkungan.FTSP UPN.Surabaya
- Wibowo, H.T, 2011 *Pengolahan Air Limbah pencucian Rumput Laut menggunakan Proses Fitoremediasi.*

Program Studi Teknik
Lingkungan.FTSP UPN.Surabaya
Xu, dan Jonhson, 1997, pemilihan
tanaman air untuk fitoremediasi,
Jakarta.